

## TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT

## NOTIFICATION D'ELECTION

(règle 61.2 du PCT)

Expéditeur: le BUREAU INTERNATIONAL

Destinataire:

Assistant Commissioner for Patents  
United States Patent and Trademark  
Office  
Box PCT  
Washington, D.C.20231  
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

en sa qualité d'office élu

Date d'expédition (jour/mois/année) 21 août 2000 (21.08.00)	
Demande internationale no PCT/FR00/00108	Référence du dossier du déposant ou du mandataire B13178.3 JCI
Date du dépôt international (jour/mois/année) 19 janvier 2000 (19.01.00)	Date de priorité (jour/mois/année) 20 janvier 1999 (20.01.99)
Déposant LEBRUN, Alain etc	

1. L'office désigné est avisé de son élection qui a été faite:

☒ dans la demande d'examen préliminaire international présentée à l'administration chargée de l'examen préliminaire international le:22 juillet 2000 (22.07.00)☐ dans une déclaration visant une élection ultérieure déposée auprès du Bureau international le:2. L'élection ☒ a été faite☐ n'a pas été faite

avant l'expiration d'un délai de 19 mois à compter de la date de priorité ou, lorsque la règle 32 s'applique, dans le délai visé à la règle 32.2b).

Bureau international de l'OMPI 34, chemin des Colombettes 1211 Genève 20, Suisse	Fonctionnaire autorisé Henrik Nyberg
no de télécopieur: (41-22) 740.14.35	no de téléphone: (41-22) 338.83.38

Translation  
09/869/85

PATENT COOPERATION TREATY

# PCT

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

87

Applicant's or agent's file reference B13178.3 JCI	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/FR00/00108	International filing date ( <i>day month year</i> ) 19 January 2000 (19.01.00)	Priority date ( <i>day month year</i> ) 20 January 1999 (20.01.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC G21C 17/06		
Applicant COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 6 sheets, including this cover sheet.

☐ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of \_\_\_\_\_ sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability: citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☒ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 22 July 2000 (22.07.00)	Date of completion of this report 02 October 2000 (02.10.2000)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/FR00/00108

## I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of *(Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.)*:

☐ the international application as originally filed.

☒ the description. pages 1-12 . as originally filed.  
pages \_\_\_\_\_ . filed with the demand.  
pages \_\_\_\_\_ . filed with the letter of \_\_\_\_\_  
pages \_\_\_\_\_ . filed with the letter of \_\_\_\_\_

☒ the claims. Nos. 1-6 . as originally filed.  
Nos. \_\_\_\_\_ . as amended under Article 19.  
Nos. \_\_\_\_\_ . filed with the demand.  
Nos. \_\_\_\_\_ . filed with the letter of \_\_\_\_\_  
Nos. \_\_\_\_\_ . filed with the letter of \_\_\_\_\_

☒ the drawings. sheets/fig 1/4-4/4 . as originally filed.  
sheets/fig \_\_\_\_\_ . filed with the demand.  
sheets/fig \_\_\_\_\_ . filed with the letter of \_\_\_\_\_  
sheets/fig \_\_\_\_\_ . filed with the letter of \_\_\_\_\_

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

☐ the description. pages \_\_\_\_\_  
☐ the claims. Nos. \_\_\_\_\_  
☐ the drawings. sheets/fig \_\_\_\_\_

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

**V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement****1. Statement**

Novelty (N)	Claims	1, 2; 3-6	<b>YES</b>
	Claims		<b>NO</b>
Inventive step (IS)	Claims	1, 2; 3-6	<b>YES</b>
	Claims		<b>NO</b>
Industrial applicability (IA)	Claims	1-6	<b>YES</b>
	Claims		<b>NO</b>

**2. Citations and explanations****1. Reference is made to the following documents:**

D1: US-A-4 510 117

D2: US-A-4 291 227

**2. NOVELTY**

Apart from the prior art discussed by the application in the introductory part of the description (cf. page 2, lines 4-24), document D1, which is considered to be the prior art closest to the subject matter of independent method claim 1 and independent device claim 3 relating to a device for carrying out the method, relates (cf. figures 1, 4-6; the abstract; column 1, line 12 to column 2, line 6; column 3, lines 19-30; column 4, line 45 to column 8, line 19 of the description; and claims 1-7) to a device (detector head/assembly 10) for the *in situ* inspection of irradiated nuclear fuel assemblies 50 in a facility including an underlying structure with storage cells immersed in a pond, comprising a sealed housing (fork-shaped detector head 10) with two parallel arms 12, 14 each containing detectors for a first type of neutron

radiation  $n$  (fission chamber 34, 36) and a second type of gamma radiation  $\gamma$  (ionization chamber 32), said housing being hung from or attached to a pole 24 for lowering same towards the fuel, and means for positioning/placing the housing around an irradiated nuclear fuel assembly (cf. column 6, lines 16-23). Therefore, the subject matter of method claim 1 relating to a method for distinguishing among nuclear fuels according to the compositions thereof and the subject matter of device claim 3 relating to a device for carrying out said method differ from the subject matter known and derivable from D1 by virtue of the features of said claims that are not known or directly derivable from D1, namely the features not mentioned above, i.e. the features "determining a combustion rate ... having a different composition otherwise" (method claim 1, lines 5-16), and the feature "means for placing the housing in a predetermined position on at least one of the cells adjacent to a cell containing the nuclear fuel to be distinguished".

Therefore, the subject matter of independent claims 1 and 3, among other claims, is novel (PCT Article 33(2)).

3. **INVENTIVE STEP**: problem-solving approach

3.1 Problems arising from the prior art:

- according to the prior art discussed by the applicant (see page 2, line 24 to page 3, line 21 of the description of the application);
- the device described in prior art document D1 is useful for determining the fissile material content of the irradiated nuclear fuel and determining the

cooling time thereof relative to a previously estimated value (cf. column 4, lines 45-66).

### 3.2 Solutions

The solutions provided by the present application to the problems arising from the prior art are defined in the characterising part of independent claims 1 and 3.

Apart from the prior art discussed by the applicant or document D1, which each illustrate the prior art, none of the other available documents describes or suggests the subject matter of the present application, or suggests, each document being considered individually or the teachings of said documents being considered in combination, the subject matter of independent claims 1 and 3, as characterised by the distinctive features mentioned in the last paragraph under point 2 above.

Indeed, document D2 relates (cf. the figure; the abstract; column 1, lines 7-28 and line 67 to column 2, line 17 and line 25 to column 3, line 16 of the description; and claims 1-10) to a non-destructive method and apparatus for carrying out the method for uniquely distinguishing among and quantifying the mass of each nuclear fuel pellet depending on the composition thereof, said method being carried out *in situ* in the nuclear fuel storage drawers of a nuclear reactor ("a non destructive method and apparatus for rapidly uniquely distinguishing among and quantifying the mass of individual nuclear fuel plates, according to their radioisotope composition, *in situ* in fuel drawers utilized in nuclear reactors").

The method comprises simultaneous suitable collimator-defined nuclear fuel component energy

level gamma radiation and neutron analyses ("it comprises simultaneous collimated neutron and collimated, energy resolved gamma ray analyses..."). Therefore, the subject matter of method claim 1 and claim 2, which is dependent thereon, and the subject matter of independent device claim 3 relating to the device for carrying out said method, and claims 4-6, which are directly or indirectly dependent on claim 3, involve an inventive step (PCT Article 33(3)).

**VII. Certain defects in the international application**

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

1. No document reflecting the prior art described on page 2, line 4 to page 21, line 21 has been cited in the description (PCT Rule 5.1(a)(ii)).  
Contrary to the requirement of PCT Rule 5.1(a)(ii), the relevant prior art disclosed in documents D1 and D2 has not been indicated in the description, nor have these documents been cited.
2. The wording of the end of claim 1 does not appear to be elegant or correct and could be corrected as follows: "... otherwise, the fuel has a different composition", and in the description, page 7, line 3: "... (see also ... 4) ...".



## RAPPORT D'EXAMEN PRELIMINAIRE INTERNATIONAL

(article 36 et règle 70 du PCT)



Référence du dossier du déposant ou du mandataire B13178.3 JCI	<b>POUR SUITE A DONNER</b> voir la notification de transmission du rapport d'examen préliminaire international (formulaire PCT/IPEA/416)	
Demande internationale n° PCT/FR00/00108	Date du dépôt international (jour/mois/année) 19/01/2000	Date de priorité (jour/mois/année) 20/01/1999
Classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois classification nationale et CIB G21C17/06		
Déposant COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE et al.		

1. Le présent rapport d'examen préliminaire international, établi par l'administration chargée de l'examen préliminaire international, est transmis au déposant conformément à l'article 36.
2. Ce RAPPORT comprend 6 feuilles, y compris la présente feuille de couverture.
- ☐ Il est accompagné d'ANNEXES, c'est-à-dire de feuilles de la description, des revendications ou des dessins qui ont été modifiées et qui servent de base au présent rapport ou de feuilles contenant des rectifications faites auprès de l'administration chargée de l'examen préliminaire international (voir la règle 70.16 et l'instruction 607 des Instructions administratives du PCT).

Ces annexes comprennent feuilles.

3. Le présent rapport contient des indications relatives aux points suivants:

- I ☒ Base du rapport
- II ☐ Priorité
- III ☐ Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle
- IV ☐ Absence d'unité de l'invention
- V ☒ Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration
- VI ☐ Certains documents cités
- VII ☒ Irrégularités dans la demande internationale
- VIII ☐ Observations relatives à la demande internationale

Date de présentation de la demande d'examen préliminaire internationale 22/07/2000	Date d'achèvement du présent rapport 02.10.2000
Nom et adresse postale de l'administration chargée de l'examen préliminaire international:  Office européen des brevets D-80298 Munich Tél. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Fonctionnaire autorisé Maugain, C N° de téléphone +49 89 2399 2199 

**RAPPORT D'EXAMEN  
PRELIMINAIRE INTERNATIONAL**

Demande internationale n° PCT/FR00/00108

**I. Base du rapport**

1. Ce rapport a été rédigé sur la base des éléments ci-après (*les feuilles de remplacement qui ont été remises à l'office récepteur en réponse à une invitation faite conformément à l'article 14 sont considérées, dans le présent rapport, comme "initialement déposées" et ne sont pas jointes en annexe au rapport puisqu'elles ne contiennent pas de modifications.*) :

**Description, pages:**

1-12                      version initiale

**Revendications, N°:**

1-6                      version initiale

**Dessins, feuilles:**

1/4-4/4                      version initiale

2. Les modifications ont entraîné l'annulation :

☐ de la description,      pages :

☐ des revendications,    n<sup>os</sup> :

☐ des dessins,              feuilles :

3. ☐ Le présent rapport a été formulé abstraction faite (de certaines) des modifications, qui ont été considérées comme allant au-delà de l'exposé de l'invention tel qu'il a été déposé, comme il est indiqué ci-après (règle 70.2(c)) :

4. Observations complémentaires, le cas échéant :

**RAPPORT D'EXAMEN  
PRELIMINAIRE INTERNATIONAL**

Demande internationale n° PCT/FR00/00108

**V. Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration**

**1. Déclaration**

Nouveauté	Oui : Revendications 1,2;3-6. YES
	Non : Revendications
Activité inventive	Oui : Revendications 1,2;2-6. YES
	Non : Revendications
Possibilité d'application industrielle	Oui : Revendications 1-6. YES
	Non : Revendications

**2. Citations et explications**

**voir feuille séparée**

**VII. Irrégularités dans la demande internationale**

Les irrégularités suivantes, concernant la forme ou le contenu de la demande internationale, ont été constatées :

**voir feuille séparée**

**Concernant le point V**

**Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration**

1. Il est fait référence aux documents suivants:

D1: US.A. 4 510 117 et

D2: US.A. 4 291 227.

**2. NOUVEAUTE:**

Outre l'état de la technique considéré par le demandeur dans la partie introductive de la description (cf. p.2, l.4-24), le document D1, qui est considéré comme étant l'état de la technique le plus proche de l'objet des revendications indépendantes 1 de procédé et 3 de dispositif de mise en œuvre dudit procédé a trait à (cf. les figures 1,4-6; l'abrégé; la description, de la col.1, l.12 à la col.2, l.6; col.3, l.19-30; de la col.4, l.45 à la col.8, l.19 and claims 1-7) un dispositif (detector head/assembly 10) pour l'inspection in-situ d'assemblages de combustible nucléaire irradiés 50 dans une installation comprenant une structure sous-jacente à alvéoles d'entreposage immergée dans une piscine, comportant un boîtier (fork-shaped detector head 10) étanche avec deux bras parallèles 12,14 contenant chacun des détecteurs, d'un premier type de rayonnement neutrons n (fission chamber 34,36) et d'un second type de rayonnement gamma  $\gamma$  (ionization chamber 32), le boîtier étant accroché/ fixé à une perche 24 de descente vers le combustible et des moyens de positionnement/placement du boîtier autour d'un assemblages de combustible nucléaire irradié (cf. col.6, l.16-23).

L'objet de la revendication 1 de procédé de discrimination de combustibles nucléaires d'après leurs compositions et l'objet de la revendication 3 de dispositif de mise en œuvre dudit procédé se distinguent donc de ceux connu et déductible de D1 par leurs caractéristiques non connues et non directement déductibles de D1, c'est-à-dire non mentionnées ci-dessus, à savoir les caractéristiques "à déduire un taux de combustion...à une autre composition sinon." l.5-16 de la revendication 1 de procédé et la caractéristique "des moyens de placement du boîtier à une position déterminée sur au moins un des alvéoles, voisin d'un alvéole contenant le combustible nucléaire objet de la discrimination."

L'objet des revendications indépendantes 1 et 3, entre autres revendications, est donc nouveau au sens de l'Article 33 2) PCT.

**3. ACTIVITE INVENTIVE:** approche problèmes , objet - solutions.**3.1** Problèmes posés par les réalisations de l'art antérieur:

- selon l'état de la technique considéré par le demandeur, voir la desc. de la demande de la p. 2, l.24 à la p.3, l.21;
- le dispositif décrit dans l'état de la technique D1 permet de déterminer le contenu en matières fissiles du combustible nucléaire irradié et d'en déduire le temps de sa désactivation par rapport à une valeur estimée préalablement (cf. col.4, l.45-66).

**3.2** Solutions.

Les solutions apportées par la présente demande aux problèmes de l'art antérieur sont définies dans la partie caractérisante des revendications indépendantes 1 et 3 respectivement.

Outre l'état de la technique considéré par le demandeur ou le document D1 , qui illustre chacun l'art antérieur, aucun des autres documents accessibles ne pose, ni ne suggère, l'objet de la présente demande, ni ne suggère, chacun considéré individuellement ou en une combinaison de leur enseignement, l'objet des revendications indépendantes 1 et 3, tel qu'il est caractérisé par les caractéristiques distinctives mentionnées dans le dernier alinéa du para. 2 ci-dessus.

En effet, le document D2 a trait à (cf. la figure; le résumé; la description, col.1, l.7-28 et de la l.67 à la col.2, l.17 and from l.25 to col.3, l.16 et les revendications 1-10) un procédé non destructif et un appareil pour la mise en œuvre de ce procédé de discrimination et de quantification individuelle de la masse de chaque pastille de combustible nucléaire en fonction de sa composition, in-situ dans des casiers/tiroirs de stockage du combustible nucléaire d'un réacteur nucléaire (a non destructive method and apparatus for rapidly uniquely distinguishing among and quantifying the mass of individual nuclear fuel plates, according to their radioisotope composition, in situ in fuel drawers utilized in nuclear reactors).

Le procédé comprend les analyses simultanées des neutrons et du rayonnement gamma de niveaux d'énergie provenant des composants du combustible nucléaire définis au moyen de collimateurs adaptés ( it comprises simultaneous collimated neutron and collimated, energy resolved gamma ray analyses...).

En conséquence, l'objet de la revendication 1 de procédé et de sa revendication dépendante 2 et l'objet de la revendication indépendante 3 de dispositif de mise en œuvre dudit procédé et de ses revendications 4-6, qui dépendent directement ou indirectement de 3, impliquent une activité inventive au sens de l'Art. 33 3) PCT.

**Concernant le point VII****Irrégularités dans la demande internationale**

1. La description ne cite pas de document reflétant l'état de la technique décrit de la p. 2, l. 4 à la p. 21, l. 21 (Règle 5.1 a) ii) PCT).

Contrairement à ce qu'exige la règle 5.1 a) ii) PCT, la description n'indique pas l'état de la technique antérieure pertinent exposé dans les documents D1 et D2 et ne cite pas ces documents.

2. Il semble que le libellé de la fin de la rev. 1 n'est pas heureux ou correct; il pourrait être ainsi modifié: "...et, sinon, que le combustible a une autre composition." et dans la desc. p. 7, l. 3: "... (voir aussi...4) ...".

# TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

## PCT

### RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

(article 18 et règles 43 et 44 du PCT)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire <b>B13178.3 JCI</b>	<b>POUR SUITE</b> voir la notification de transmission du rapport de recherche internationale (formulaire PCT/ISA/220) et, le cas échéant, le point 5 ci-après <b>A DONNER</b>	
Demande internationale n° <b>PCT/FR 00/00108</b>	Date du dépôt international (jour/mois/année) <b>19/01/2000</b>	(Date de priorité (la plus ancienne) (jour/mois/année) <b>20/01/1999</b>
Déposant  <b>COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE et al.</b>		

Le présent rapport de recherche internationale, établi par l'administration chargée de la recherche internationale, est transmis au déposant conformément à l'article 18. Une copie en est transmise au Bureau international.

Ce rapport de recherche internationale comprend 3 feuilles.



Il est aussi accompagné d'une copie de chaque document relatif à l'état de la technique qui y est cité.

#### 1. Base du rapport

- a. En ce qui concerne la **langue**, la recherche internationale a été effectuée sur la base de la demande internationale dans la langue dans laquelle elle a été déposée, sauf indication contraire donnée sous le même point.



la recherche internationale a été effectuée sur la base d'une traduction de la demande internationale remise à l'administration.

- b. En ce qui concerne les **séquences de nucléotides ou d'acides aminés** divulguées dans la demande internationale (le cas échéant), la recherche internationale a été effectuée sur la base du listage des séquences :



contenu dans la demande internationale, sous forme écrite.



déposée avec la demande internationale, sous forme déchiffrable par ordinateur.



remis ultérieurement à l'administration, sous forme écrite.



remis ultérieurement à l'administration, sous forme déchiffrable par ordinateur.



La déclaration, selon laquelle le listage des séquences présenté par écrit et fourni ultérieurement ne vas pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée, a été fournie.



La déclaration, selon laquelle les informations enregistrées sous forme déchiffrable par ordinateur sont identiques à celles du listage des séquences présenté par écrit, a été fournie.

2. ☐ Il a été estimé que certaines revendications ne pouvaient pas faire l'objet d'une recherche (voir le cadre I).

3. ☐ Il y a absence d'unité de l'invention (voir le cadre II).

#### 4. En ce qui concerne le **titre**,



le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant.



Le texte a été établi par l'administration et a la teneur suivante:

**PROCEDE ET APPAREIL D'IDENTIFICATION DE COMBUSTIBLES NUCLEAIRES**

#### 5. En ce qui concerne l'**abrégé**,



le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant



le texte (reproduit dans le cadre III) a été établi par l'administration conformément à la règle 38.2b). Le déposant peut présenter des observations à l'administration dans un délai d'un mois à compter de la date d'expédition du présent rapport de recherche internationale.

#### 6. La figure **des dessins** à publier avec l'abrégé est la Figure n°



suggérée par le déposant.



parce que le déposant n'a pas suggéré de figure.



parce que cette figure caractérise mieux l'invention.

1



Aucune des figures n'est à publier.

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

FR 00/00108

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 7 G21C17/06

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G21C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 510 117 A (PHILLIPS JOHN R ET AL) 9 avril 1985 (1985-04-09) colonne 3, ligne 19 - ligne 30 colonne 4, ligne 45 - colonne 8, ligne 18; figures 1-6 ---	1-4
A	US 4 291 227 A (CALDWELL JOHN T ET AL) 22 septembre 1981 (1981-09-22) revendications 1-10 ---	1-5
A	US 3 728 544 A (UNTERMYER S) 17 avril 1973 (1973-04-17) revendications 1,2 ---	1-3
A	EP 0 280 925 A (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP) 7 septembre 1988 (1988-09-07) abrégé --- -/-	1-3

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

22 mars 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

30/03/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Deroubaix, P



C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>           DATABASE WPI            Section Ch, Week 8728            Derwent Publications Ltd., London, GB;            Class K05, AN 87-197027            XP002116115            &amp; SU 711 905 A (KAZARINOV N M),            30 octobre 1982 (1982-10-30)            abrégé            -----         </p>	1,2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

FR 00/00108

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4510117	A	09-04-1985	NONE	
US 4291227	A	22-09-1981	NONE	
US 3728544	A	17-04-1973	NONE	
EP 0280925	A	07-09-1988	US 4822552 A	18-04-1989
			DE 3870280 A	27-05-1992
			ES 2009181 A	01-09-1989
			JP 63229392 A	26-09-1988
			KR 9610704 B	07-08-1996
SU 711905	A	30-10-1982	NONE	



## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIEE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS (PCT)

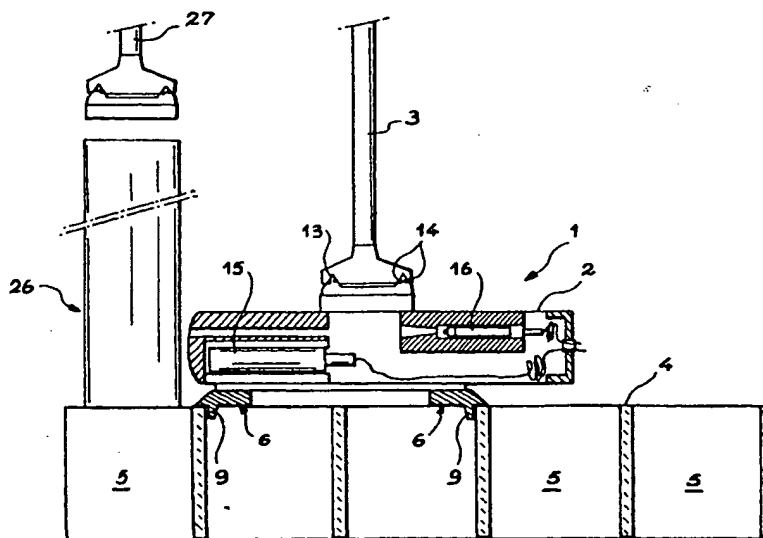
(51) Classification internationale des brevets <sup>7</sup> :  <b>G21C 17/06</b>	<b>A1</b>	(11) Numéro de publication internationale: <b>WO 00/44002</b>  (43) Date de publication internationale: 27 juillet 2000 (27.07.00)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR00/00108 (22) Date de dépôt international: 19 janvier 2000 (19.01.00)  (30) Données relatives à la priorité: 9900575      20 janvier 1999 (20.01.99)      FR  (71) Déposants (pour tous les Etats désignés sauf US): COMMIS- SARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR]; 31-33, rue de la Fédération, F-75752 Paris 15ème (FR). COMPAGNIE GENERALE DES MATIERES NUCLEAIRES [FR/FR]; 2, Rue Paul Dautier, F-78140 Velizy-Villacoublay (FR).  (72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement): LEBRUN, Alain [FR/FR]; 10 Impasse Du Rouge Gorges, F-13490 Jouques (FR). BIGNAN, Gilles [FR/FR]; 56 Pré de ville, F-13650 Meyrargues (FR). VAUBAILLON, Sylvain [FR/FR]; 78 Avenue Simon Bolivar, F-75019 Paris (FR).  (74) Mandataire: WEBER, Etienne; Brevatome, 3, Rue du Docteur Lancereaux, F-75008 Paris (FR).		(81) Etats désignés: JP, US, brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  Publiée Avec rapport de recherche internationale.

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR IDENTIFYING NUCLEAR FUELS

(54) Titre: PROCEDE ET APPAREIL D'IDENTIFICATION DE COMBUSTIBLES NUCLEAIRES

## (57) Abstract

The invention concerns a detector (15) of a radiation which can possibly be a neutron radiation and a detector (16) of another type of radiation, for example gamma radiation. The method consists in deducing a combustion rate or a radiation rate of the nuclear fuel (26) by measuring the measured value of a radiation assuming that the fuel has a specific composition. The activity of the other radiation is deduced from the radiation which should be obtained, and the accuracy of the assumption concerning the fuel composition is verified if the measured value is close to the deduced value. The apparatus (1) which enables to obtain satisfactory measurements in water-filled pool (26), is provided with means for being fixed to a pole (3) and for being placed (6, 9) in a predetermined position on a fuel storage cell structure (4). The apparatus is moved towards each fuel element.



(57) Abrégé

L'appareil comprend un détecteur (15) d'un rayonnement pouvant être neutronique et un détecteur (16) d'un autre rayonnement, gamma par exemple. Le procédé consiste à déduire un taux de combustion où d'irradiation du combustible nucléaire (26) par la mesure de la valeur mesurée d'un rayonnement en supposant que le combustible est d'une composition déterminée. On en déduit l'activité de l'autre des rayonnements qu'on devrait obtenir, et la justesse de l'hypothèse de la composition du combustible si la valeur mesurée est proche de cette valeur déduite. L'appareil (1) permettant d'obtenir des mesures satisfaisantes en piscine (26), est muni de moyens d'accrochage à une perche (3) et de placement (6, 9) à une position déterminée sur une structure (4) d'alvéoles d'entreposage du combustible. L'appareil est déplacé vers chaque élément de combustible.

**UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakhstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

## PROCÉDE ET APPAREIL D'IDENTIFICATION DE COMBUSTIBLES NUCLEAIRES

## DESCRIPTION

L'invention ressortit à un procédé et à un  
5 appareil de discrimination de combustibles nucléaires  
d'après leur composition initiale, avant qu'elle n'ait  
été modifiée par la combustion.

Les combustibles nucléaires habituels  
contiennent de l'oxyde d'uranium comme élément fissile.  
10 Un autre combustible, comprenant un mélange d'oxyde  
d'uranium et d'oxyde de plutonium, voit cependant son  
utilisation se développer. On éprouve alors le besoin  
d'appareils permettant de reconnaître qu'un élément  
combustible de réacteur nucléaire contient du  
15 combustible de l'un ou de l'autre genre. On peut  
exploiter pour cela les différences entre les  
rayonnements que ces combustibles émettent, mais les  
difficultés à surmonter ne permettent à première vue  
pas d'établir un diagnostic sûr.

20 Le combustible ne contenant que de l'oxyde  
d'uranium n'émet pas de neutrons à l'état neuf ou non  
irradié, contrairement au combustible contenant de  
l'oxyde de plutonium. Il semble donc facile de faire la  
discrimination entre les deux genres de combustibles  
25 d'après ce critère, mais cela devient impossible avec  
des combustibles irradiés, qui émettent tous des  
neutrons. Le rayonnement gamma également émis par les  
combustibles nucléaires ne permet pas davantage de les  
discriminer puisque son intensité est identique pour  
30 les deux compositions de combustibles envisagées ici  
mais qu'elle aussi dépend fortement de l'irradiation du

combustible, et même de la durée du refroidissement, quand le combustible a été extrait du réacteur pour être examiné.

Il existe un appareil pourvu de détecteurs  
5 de rayonnement gamma et neutronique, mais qui n'est pas destiné normalement à faire de la discrimination de combustibles. Les mesures de rayonnement sont indépendantes et servent à évaluer le taux d'irradiation ou de combustion du combustible pour  
10 vérifier qu'il n'est pas épuisé. C'est le rayonnement gamma total qu'on mesure pour exploiter sa décroissance avec le temps de refroidissement, en déduisant le taux de combustion de la forme de la fonction de décroissance.

15 Si la composition du combustible n'est pas connue avec précision, les auteurs de cet appareil antérieur proposent une méthode aux neutrons « actifs » à la place de la mesure du rayonnement neutronique émis par le combustible : cette méthode consiste à disposer  
20 une source de neutrons à côté du combustible et à mesurer le débit de neutrons qui traverse le combustible ; l'appareil est divisé en deux parties de part et d'autre du combustible, dont l'une porte la source de neutrons et l'autre le détecteur. L'appareil  
25 devient alors volumineux et intransportable en pratique ; il reste donc immobile et chaque élément de combustible est apporté devant lui. Cela oblige à sortir chaque élément (en général, un faisceau d'aiguilles très longues) de l'alvéole dans lequel il  
30 est entreposé, et de le faire passer devant l'appareil avant de le remettre à sa place. Ces longues manipulations rendent les campagnes de mesures fastidieuses, accroissent le temps d'inactivité du

réacteur et risquent de détériorer les éléments. On ne peut accepter de procéder ainsi pour discriminer du combustible, où on craint surtout des substitutions par malveillance, notamment pour dérober du plutonium, et où l'auteur de la substitution peut être habile et vouloir cacher son acte en remplaçant le combustible par un autre aux propriétés d'émission peu différentes, ou seulement quelques aiguilles de l'assemblage. Les mesures doivent être précises et menées avec soin, ce qui impose de prendre du temps pour s'assurer des bonnes conditions opératoires ou pour prendre des mesures supplémentaires par précaution. On veut donc se dispenser de manoeuvrer longuement les éléments de combustible et se contenter de les sortir partiellement de leurs alvéoles, en transportant l'appareil devant chaque élément.

On doit souligner que la méthode aux neutrons actifs est insensible à la composition du combustible, mais qu'elle ne renseigne pas sur cette composition et qu'elle remplace la méthode de mesure des neutrons émis en fournissant le même résultat.

Il convient donc de satisfaire au besoin de mesures assez rapides pour discriminer le combustible au moyen d'un appareil mobile, sans oublier que l'appareil et le combustible restent immergés et qu'il est donc difficile de s'assurer de la position précise de celui-là. Une solution est proposée avec l'appareil sujet de l'invention.

Le procédé proposé diffère de celui de l'appareil antérieur en ce qu'il est fondé sur la corrélation des deux mesures de rayonnements pour obtenir un autre résultat. Il s'agit d'un procédé de discrimination de combustibles nucléaires d'après leurs

compositions, caractérisé en ce qu'il consiste à mesurer deux rayonnements émis par le combustible, à déduire un taux de combustion du combustible à partir de la valeur mesurée d'un des rayonnements en supposant  
5 que le combustible est d'une composition (initiale) déterminée, à estimer une valeur d'émission de l'autre des rayonnements en fonction de la composition supposée et du taux de combustion déduit du combustible, à comparer cette valeur estimée d'émission à la valeur  
10 mesurée de l'autre des rayonnements, à conclure que la composition supposée du combustible est la composition (initiale) réelle si les valeurs composées sont proches, et que le combustible a une autre composition sinon.

15 Dans le cas principalement envisagé, un des rayonnements est neutronique et l'autre des rayonnements est un rayonnement gamma sur une bande d'énergie d'émission d'au moins un élément radioactif à vie longue.

20 En effet, si le rayonnement gamma varie de la même façon pour les deux compositions de combustible en fonction du taux de combustion, le rayonnement neutronique est toujours plus important pour le combustible mixte à mesure qu'augmente le taux de  
25 combustion. Le rayonnement neutronique mesuré peut donc être associé à des taux de combustion bien différents selon la composition de combustible, qu'on peut corrélérer à des activités de rayonnement gamma bien différentes, à l'une desquelles on peut associer  
30 l'activité gamma mesurée par l'autre capteur pour en déduire la composition. On doit cependant écarter la contribution des éléments radioactifs à vie courte, qui dépend du temps de refroidissement du combustible et de



la dernière puissance d'irradiation, c'est-à-dire de paramètres tout différents.

Le dispositif préféré pour conduire ces mesures et ce procédé comprend, outre les détecteurs des deux rayonnements et un boîtier les contenant, des moyens d'accrochage du boîtier à une perche de descente vers le combustible, entreposé dans des alvéoles de stockage immergés en piscine, et des moyens de placement du boîtier à une position définie sur au moins un des alvéoles, voisin de l'alvéole contenant le combustible qui sera objet de l'inspection. Un tel appareil peut être placé à une position bien définie sur la structure d'entreposage du combustible, sans qu'on ait à craindre une erreur de position ou un déplacement intempestif, après quoi il suffit de sortir légèrement le combustible de l'alvéole voisin pour le mettre à hauteur des détecteurs et pouvoir procéder à l'inspection. Le dispositif peut ensuite être transporté vers une autre zone de combustible en déplaçant la perche.

Ces aspects de l'invention ainsi que d'autres seront maintenant décrits au moyen des figures suivantes :

- la figure 1 est une coupe longitudinale de l'appareil dans son environnement ;
- la figure 2 est une coupe transversale de l'appareil ;
- les figures 3 et 4 sont deux coupes longitudinales, agrandies, de l'appareil ;
- la figure 5 est un graphe d'explication du procédé ;
- et les figures 6 et 7 illustrent deux perfectionnements possibles de l'appareil.

Ainsi que le montre la figure 1, l'appareil, portant la référence 1, est immergé dans une piscine de refroidissement de combustible ; il comprend un boîtier 2 de forme généralement cylindrique, suspendu à une perche de manipulation 3 appartenant à un système déjà existant de l'installation et qui est mobile horizontalement et verticalement. L'appareil 1 peut donc être posé sur une structure 4 d'alvéoles 5 carrés ou hexagonaux de stockage de combustible nucléaire. Comme on le voit aussi à l'aide de la figure 2, le système de placement de l'appareil 1 sur la structure 4 comprend deux tenons 6 placés symétriquement à l'avant et l'arrière du boîtier 1 et vissés à une base 7 commune soudée au fond du boîtier 2 ; les tenons 6 comprennent une platine 8 et, latéralement, deux picots 9 engagés chacun sur un coin d'alvéole 5 et pénétrant dans celui-ci ; les bords externes, tournés vers la structure 4, des picots 9 sont en dépouille de manière à leur permettre d'être introduits sans difficulté dans les alvéoles 5 par un mouvement de descente de la perche 3, puis d'ajuster la position de l'appareil 1 quand ils touchent la structure 4.

Une disposition analogue peut être retenue pour réaliser les moyens d'accrochage de l'appareil 1 à la perche 3 : une base 11 est soudée au sommet du boîtier 2, et une pièce de préhension 12 lui est vissée ; elle porte des prises 13 que saisissent des doigts de préhension 14 mobiles de la perche 3, ce qui permet de retenir fermement l'appareil 1. On aura compris que la pièce de préhension 12 et les tenons 6 sont vissés pour être remplacés par des pièces de forme analogue si l'appareil 1 doit servir avec une autre

perche 3 ou une autre structure 4 sur laquelle il doit être posé.

Le boîtier 1 comprend (voyez aussi les figures 3 et 4) un détecteur de neutrons 15 et un 5 détecteur de rayonnement gamma 16 enfermés dans le boîtier 2. Le détecteur de neutrons 15 est composé d'une chambre de fission 17 qui convertit les neutrons en impulsions électriques, d'un bloc de thermalisation 18 qui ralentit les neutrons avant de les laisser 10 atteindre la chambre de fission 17 et entoure donc celle-ci, et d'un connecteur électrique 19 joint à la chambre de fission 17. Le détecteur de rayonnement gamma 16 comprend un cristal 20 de résolution étroite, ce qui signifie qu'il n'est sensible qu'aux photons 15 d'un niveau d'énergie bien défini. Il peut s'agit d'un cristal de CdZnTe, sensible seulement aux photons émis par les isotopes du césium ( $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ) ; le détecteur 16 comprend encore un connecteur électrique 21 joint au cristal 20. Les connecteurs 19 et 21 20 transmettent les signaux électriques par l'intermédiaire de fils 22 à une installation de mesure 41 située à l'écart de la piscine qui évalue les rayonnements reçus et permet de déduire les débits de rayonnements provenant du combustible, voire 25 d'appliquer automatiquement le procédé décrit plus loin. Ces fils 22 traversent un bouchon étanche 23 fermant le boîtier 2 à l'arrière. Un blindage 24 en plomb ou alliage de tungstène entoure le reste du détecteur de rayonnement gamma 16 et comprend une 30 ouverture de collimation, formant un collimateur arrière, 25. Cette ouverture est conoïde, c'est-à-dire en forme de cône à base elliptique dont le plus grand axe d'ellipse s'étend en direction horizontale ou en

direction de la largeur d'un assemblage 26 d'aiguilles de combustible nucléaire à examiner par l'appareil 1 ; cet assemblage 26 est représenté en position d'examen, partiellement extrait d'un alvéole 5 voisin de ceux sur  
5 lesquels l'appareil 1 est retenu. Une perche 27, analogue à la perche 3, est utilisée pour réaliser cette extraction.

Le boîtier 2 est occupé à l'avant par un bouclier 28 en plomb de forme particulière en raison du  
10 rayonnement gamma, que les assemblages 26 émettent généralement à une intensité beaucoup plus grande que l'autre. Il comprend une partie fine 29, continue et placée devant le détecteur de neutrons 15, et une partie épaisse 30 percée d'une fente 31, formant un  
15 collimateur avant, devant le détecteur de rayonnement gamma 16 qui, comme on le voit, est placé derrière le détecteur de neutrons 15 mais à un niveau supérieur afin de ne pas être gêné par lui. Dans ces conditions, la partie fine 29 du bouclier 28 protège le détecteur  
20 de neutrons 15 des photons gamma et la fente 31, qui s'étend sur toute la largeur de l'assemblage combustible 26 mais est très fine dans l'autre direction, et ne laisse passer qu'une faible portion du rayonnement vers le détecteur de rayonnement gamma 16,  
25 qui n'est donc pas saturé ; et le détecteur de neutrons 15 est protégé des photons arrivant du sommet de l'assemblage 26 par la partie épaisse 30, qui le couvre. L'ouverture 25 de collimation arrière a pour fonction d'arrêter encore une partie du rayonnement qui  
30 arrive jusqu'à lui, mais doit tout de même avoir une surface d'ouverture suffisante au fond pour que tout le cristal 20 soit exposé au rayonnement. Le détecteur de rayonnement gamma 16 peut coulisser en frottant dans le

boîtier 2, ce qui permet d'ajuster sa position axiale et de régler la collimation globale. Il peut être guidé par des rails non représentés.

L'appareil 1 tel qu'il est représenté à la figure 1 est prêt à fonctionner, et la figure 5 permettra de saisir immédiatement le principe d'une mesure : le compte des neutrons reçus par le détecteur 15 est un nombre  $n$  ; les courbes d'activités neutroniques d'un assemblage d'oxyde d'uranium et d'un assemblage mixte d'oxydes d'uranium et de plutonium en fonction du taux de combustion, ou de l'irradiation de l'assemblage, sont données par les courbes  $n(U)$  et  $n(U,Pu)$ . Si on suppose que le combustible est de l'oxyde d'uranium pur, on déduira que le taux de combustion est  $TC$  ; on s'attendra alors à mesurer une activité  $\gamma(U)$  à l'aide d'une courbe  $\gamma$  donnant l'activité en fonction du taux de combustion (cette courbe est valable pour les deux compositions de combustible). Si l'activité mesurée par le détecteur 16 est proche de cette valeur, l'hypothèse de départ sera vérifiée : le combustible est bien de l'oxyde d'uranium pur. Sinon, il s'agira du mélange d'oxydes. On peut bien entendu faire une autre vérification et estimer aussi le taux de combustion  $TC'$  pour lequel le combustible mixte donnerait l'activité neutronique  $n$  mesurée, puis en déduire l'activité  $\gamma(U,Pu)$  qu'on devrait alors obtenir et vérifier si cette valeur correspond à celle qu'on mesure effectivement. Il est manifeste que ce procédé peut être appliqué à la discrimination de plus de deux compositions de combustibles nucléaires si on le souhaite, et même si leurs courbes de rayonnement gamma sont différentes.

Deux autres perfectionnement possibles seront donnés sur les figures 6 et 7. Si le rayonnement gamma reçu par le détecteur 16 doit être plus réduit que pour la solution représentée ci-dessus, on peut  
5 changer le système de collimation et remplacer la fente 31 du blindage 29 par une fente 32 en éventail, s'ouvrant vers l'assemblage 26 de combustible en direction de sa largeur (la direction verticale sur la figure 6). La hauteur de la fente 32 est identique à  
10 celle de la fente 31. Le rayonnement collimaté converge vers un foyer 33 qui peut être placé derrière ou devant le détecteur de rayonnement gamma 16 ; l'ouverture du collimateur arrière, ici associée à la référence 34, est d'un angle identique à celui de la fente avant 32,  
15 et si le collimateur arrière est placé derrière le foyer 33, l'ouverture 34 s'ouvre vers le cristal 20. Cette construction permet de réduire la quantité de rayonnement captée par le cristal 20 tout en conservant l'avantage que la fente 34 s'ouvre sur toute la surface  
20 du cristal 20, et la fente 32 sur toute la largeur de l'assemblage 26.

Le procédé et l'appareil tel qu'ils ont été expliqués jusqu'ici sont surtout efficaces pour vérifier l'ensemble de l'assemblage 26, mais on pourra  
25 envisager d'avoir à affronter une substitution, plus difficile à détecter, de certaines des aiguilles seulement de cet assemblage. Un procédé permettant d'obtenir une image individuelle des aiguilles de combustible consisterait à faire tourner l'appareil 1  
30 autour de l'assemblage 26, à l'arrêter à certains emplacements déterminés et à prendre les mesures de l'activité de l'assemblage 26 à chacun de ces emplacements, avant de calculer la contribution de

chacune des aiguilles en appliquant un calcul d'inversion d'un système matriciel tenant compte de l'éloignement des aiguilles pour chaque mesure. De tels procédés tomographiques sont cependant couramment  
5 utilisés, y compris dans le domaine nucléaire, si bien qu'il est inutile d'en détailler des exemples.

Une autre façon de procéder consisterait à consacrer la mesure à une seule aiguille ou à un petit nombre d'aiguilles. On pourrait alors adopter le  
10 système de la figure 7, où le boîtier 2 est remplacé par un boîtier composite 35 formé de deux enveloppes concentriques, une enveloppe externe 36 porteuse des moyens d'accrochage à la perche 3 et de placement sur la structure 4, ainsi que d'un moteur 37, et une  
15 enveloppe interne 38 porteuse des détecteurs 15 et 16 et du bouclier 28. Les enveloppes 36 et 38 seraient mobiles l'une par rapport à l'autre grâce à des paliers 39 intermédiaires, disposés sur deux cercles, près des extrémités de l'appareil 1. L'enveloppe interne 38  
20 serait munie d'une couronne dentée 40 qui engrènerait avec un pignon de sortie 41 du moteur 37 afin que ce dernier puisse faire tourner l'enveloppe interne 38 : on pourrait alors placer la fente 31 (ou 32) verticalement, dans la direction d'allongement des  
25 aiguilles de combustible, de sorte que le rayonnement gamma mesuré ne proviendrait que d'une aiguille unique ou d'un petit nombre d'aiguilles situées dans le prolongement de la fente. Le moteur 37 serait commandé de l'extérieur, par une télécommande ou par des fils  
30 non représentés. On pourrait envisager aussi de prévoir des butées pour arrêter le déplacement de l'enveloppe interne 38 à une position de fente 31 verticale et une position de fente 31 horizontale, et donc limiter son

mouvement à un quart de tour ; une limitation du mouvement à un demi-tour serait aussi à envisager, pour placer la fente 31 à deux positions verticales différentes sans avoir à déplacer l'appareil 1, ce qui  
5 est possible puisque la fente 31 ne passe pas par le centre des boîtiers 36 et 38.



## REVENDEICATIONS

1. Procédé de discrimination de combustibles nucléaires d'après leurs compositions, caractérisé en ce qu'il consiste à mesurer deux rayonnements émis par le combustible, à déduire un taux de combustion (TC) du combustible à partir de la valeur mesurée (n) d'un des rayonnements en supposant que le combustible est d'une composition déterminée, à estimer une valeur d'émission de l'autre des rayonnements en fonction de la composition supposée et du taux de combustion déduit du combustible, à comparer cette valeur estimée d'émission à la valeur mesurée (γ) de l'autre des rayonnements, à conclure que la composition supposée du combustible est la composition réelle si les valeurs composées sont proches, et que le combustible a une autre composition sinon.

2. Procédé de discrimination suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'un des rayonnements est neutronique et l'autre des rayonnements est un rayonnement gamma sur une bande d'énergie d'émission d'au moins un élément radioactif à vie longue.

3. Dispositif de discrimination de combustibles nucléaires présents dans une installation comprenant une structure sous-jacente à alvéoles d'entreposage immergée dans une piscine, comprenant un premier détecteur (15) d'un premier rayonnement, un second détecteur (16) d'un second rayonnement, un boîtier (2) étanche contenant les détecteurs, caractérisé en ce qu'il contient des moyens d'accrochage du boîtier (13, 14) à une perche (3) de descente vers le combustible et des moyens de placement (6, 9) du boîtier à une position déterminée sur au

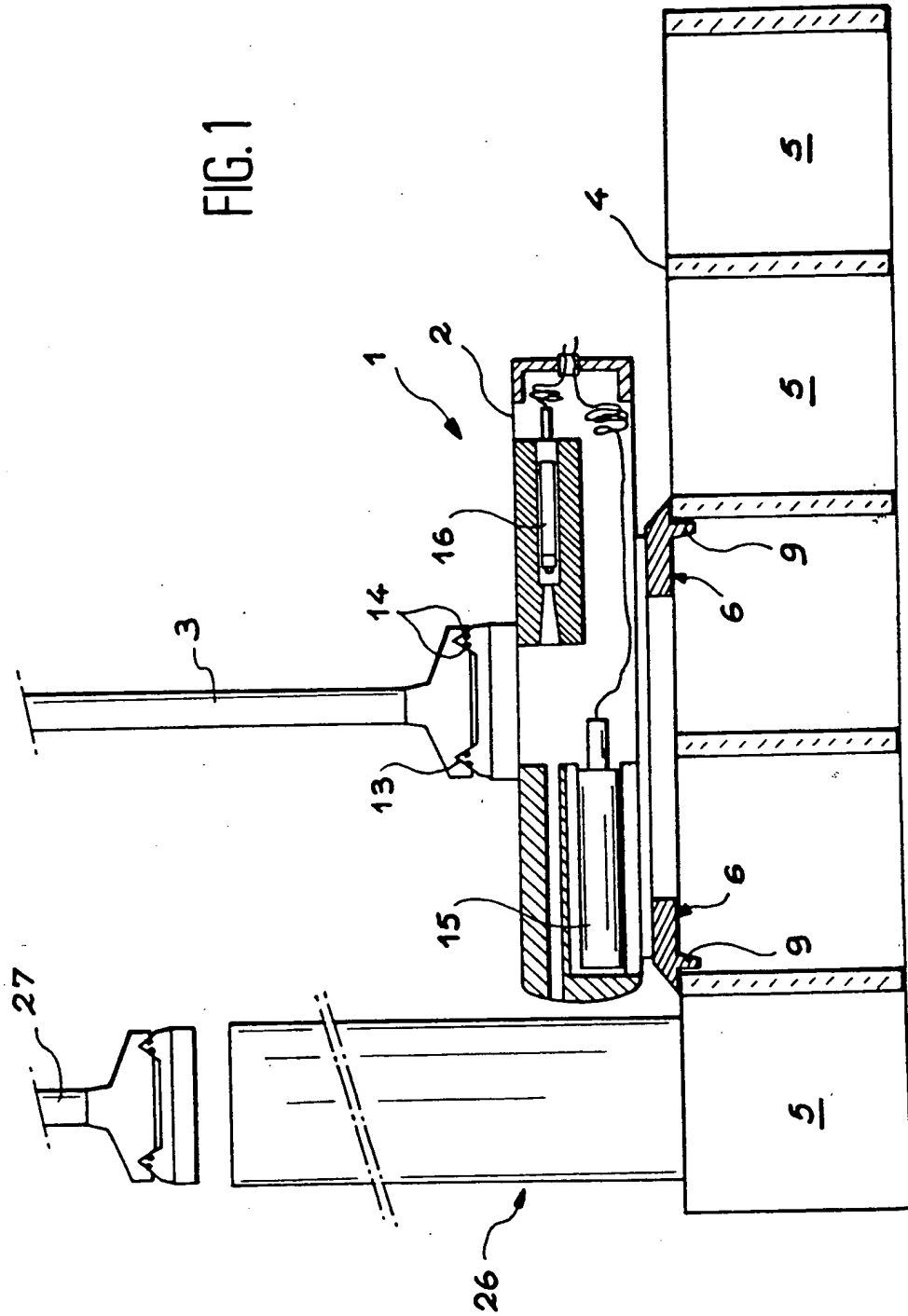
moins un des alvéoles (5), voisin d'un alvéole contenant le combustible nucléaire (26) objet de la discrimination.

4. Dispositif de discrimination de  
5 combustibles nucléaires suivant la revendication 3, caractérisé en ce que l'un des détecteurs est un détecteur de rayonnement gamma placé derrière deux collimateurs en prolongement (25, 31; 32, 34), dont un collimateur arrière, situé juste devant ledit détecteur  
10 et s'ouvrant sur toute une surface de détection d'un corps de détection, et un collimateur avant, à section en fente allongée en direction transversale d'un élément du combustible.

5. Dispositif de discrimination de  
15 combustibles suivant la revendication 4, caractérisé en ce que le boîtier comprend une partie fixe (36), portant les moyens d'accrochage, et une partie mobile (38) pivotant sur la partie fixe de façon à faire tourner la fente d'un quart de tour ou d'un demi-tour.

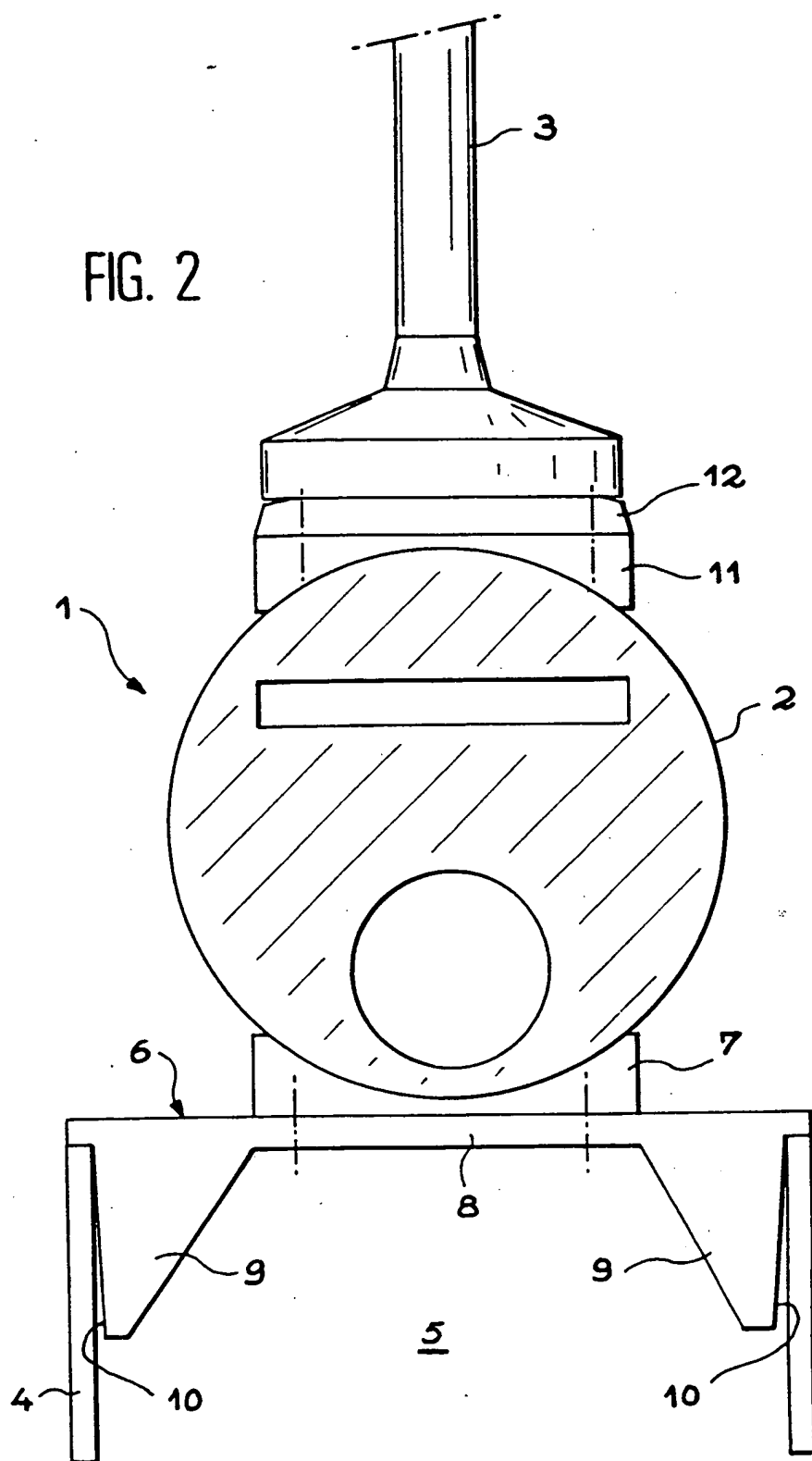
20 6. Dispositif de discrimination de combustible nucléaire suivant l'une quelconque des revendications 4 ou 5, caractérisé en ce que la fente a une dimension d'allongement variable et s'évase vers l'élément de combustible.

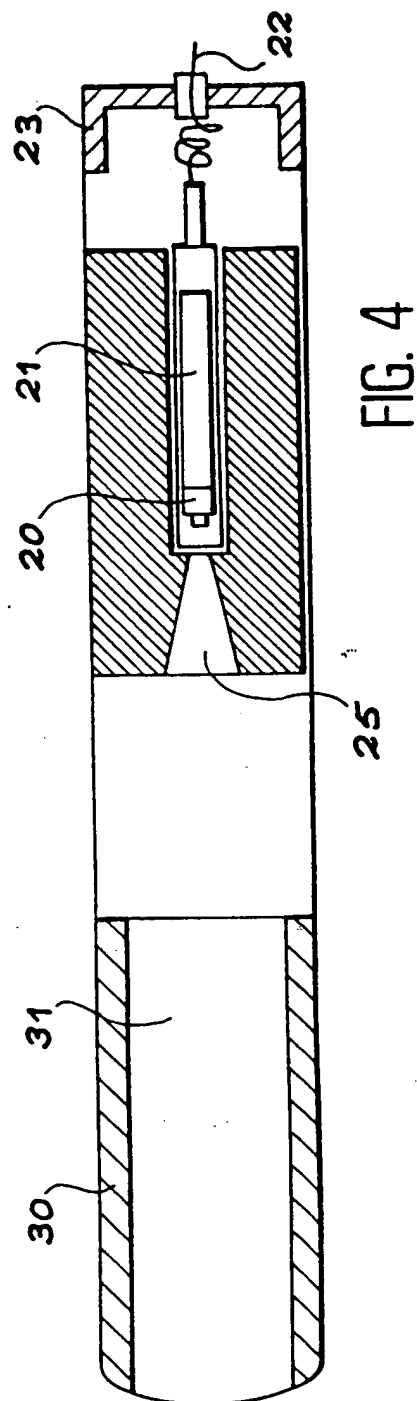
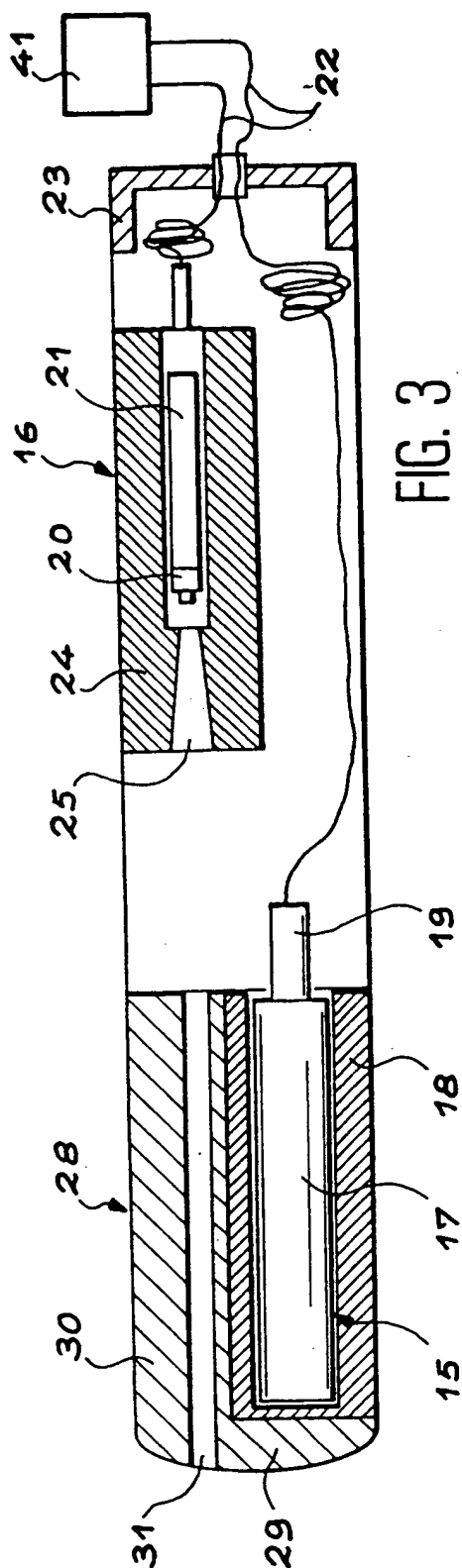
FIG. 1

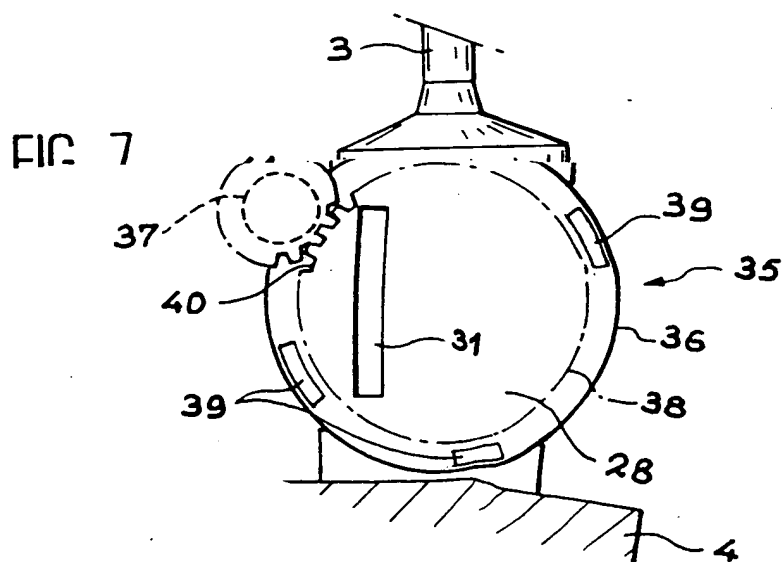
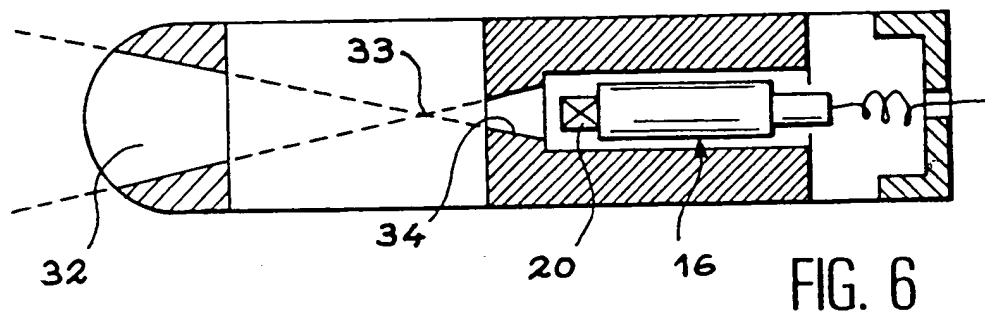
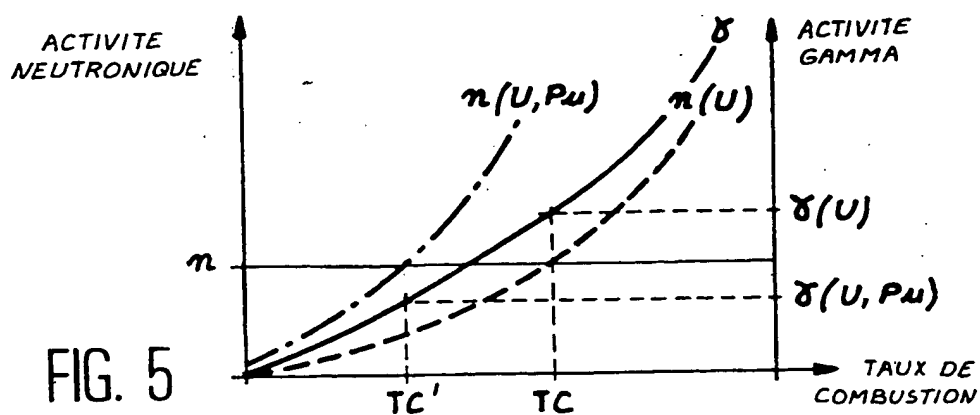


2/4

FIG. 2







# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/R 00/00108

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 G21C17/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G21C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 510 117 A (PHILLIPS JOHN R ET AL) 9 April 1985 (1985-04-09) column 3, line 19 - line 30 column 4, line 45 - column 8, line 18; figures 1-6	1-4
A	US 4 291 227 A (CALDWELL JOHN T ET AL) 22 September 1981 (1981-09-22) claims 1-10	1-5
A	US 3 728 544 A (UNTERMYER S) 17 April 1973 (1973-04-17) claims 1,2	1-3
A	EP 0 280 925 A (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP) 7 September 1988 (1988-09-07) abstract	1-3
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 March 2000

Date of mailing of the international search report

30/03/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3018

Authorized officer

Deroubaix, P

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>DATABASE WPI Section Ch, Week 8728 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class K05, AN 87-197027 XP002116115 &amp; SU 711 905 A (KAZARINOV N M), 30 October 1982 (1982-10-30) abstract</p>	1,2



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inter

Application No

PCT/rR 00/00108

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4510117	A	09-04-1985	NONE	
US 4291227	A	22-09-1981	NONE	
US 3728544	A	17-04-1973	NONE	
EP 0280925	A	07-09-1988	US 4822552 A DE 3870280 A ES 2009181 A JP 63229392 A KR 9610704 B	18-04-1989 27-05-1992 01-09-1989 26-09-1988 07-08-1996
SU 711905	A	30-10-1982	NONE	

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem: internationale No  
PCT/FR 00/00108

## A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 G21C17/06

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A-PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G21C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 510 117 A (PHILLIPS JOHN R ET AL) 9 avril 1985 (1985-04-09) colonne 3, ligne 19 - ligne 30 colonne 4, ligne 45 - colonne 8, ligne 18; figures 1-6	1-4
A	US 4 291 227 A (CALDWELL JOHN T ET AL) 22 septembre 1981 (1981-09-22) revendications 1-10	1-5
A	US 3 728 544 A (UNTERMYER S) 17 avril 1973 (1973-04-17) revendications 1,2	1-3
A	EP 0 280 925 A (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP) 7 septembre 1988 (1988-09-07) abrégé	1-3
-/-		

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"Z" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

22 mars 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

30/03/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 851 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3018

Fonctionnaire autorisé

Deroubaix, P

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>DATABASE WPI Section Ch, Week 8728 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class K05, AN 87-197027 XP002116115 &amp; SU 711 905 A (KAZARINOV N M), 30 octobre 1982 (1982-10-30) abrégé</p>	1,2

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres des familles de brevets

Dem. Internationale No

PCT/TR 00/00108

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4510117 A	09-04-1985	AUCUN	
US 4291227 A	22-09-1981	AUCUN	
US 3728544 A	17-04-1973	AUCUN	
EP 0280925 A	07-09-1988	US 4822552 A DE 3870280 A ES 2009181 A JP 63229392 A KR 9610704 B	18-04-1989 27-05-1992 01-09-1989 26-09-1988 07-08-1996
SU 711905 A	30-10-1982	AUCUN	